

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

VYUŽITÍ BIOMASY V ČESKÉ REPUBLICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ALENA GALČÁKOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

VYUŽITÍ BIOMASY V ČESKÉ REPUBLICE

UTILISATION OF BIOMASS IN THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ALENA GALČÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BĚLOHRADSKÝ

BRNO 2008

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zaoberá problematikou energetického využitia biomasy v ČR. Úvodná kapitola obsahuje všeobecný prehľad zdrojov energie. Nasleduje rozprava o biomase, ako jedného z druhu alternatívneho zdroja energie. Jej vzniku, druhov energetickej biomasy a rôznych spôsobov jej spracovania pre výrobu energie. Hlavnou časťou je vlastná práca zaoberajúca sa zariadením využívajúcim biomasu ako palivo, konkrétne sa jedná o kotolňu, ktorá zásobuje teplom väčšiu časť mesta Bystřice nad Pernštejnem s necelými 9 tisícmi obyvateľov. V závere je uvedené ekonomické a ekologické zhodnotenie kotolne na biomasu.

Kľúčové slová

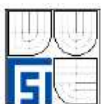
Biomasa, energia, palivo, kotolňa.

Abstract

This bachelor's thesis is engaged in issues of utilisation of biomass in the Czech Republic. Preamble contains general summary of sources of energies. Next follows discourse about biomass as one of the alternative source of energy. Main part of this thesis gives attention to facility, which is using biomass as fuel. Specifically it's about boiler house, which provides heat to the major part of town Bystrice nad Pernštejnem with nearly 9 thousands inhabitants. At the end is mentioned economical and ecological summary of the boiler house.

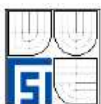
Keywords

Biomass, energy, fuel, boiler house.



Bibliografická citácia

GALČÁKOVÁ, A. *Využití biomasy v České republice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 19 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Bělohradský.



PodĎakovanie

Moje podĎakovanie za prínosnú spoluprácu a poskytnutie informácií patrí pánu Stanislavovi Loukotovi, ktorý je riaditeľom spoločnosti Bystričská tepelná s.r.o. a tiež jej zamestnancom a technickým pracovníkom. PodĎakovanie ďalej patrí pánovi Ing. Petrovi Bělohradskému z Ústavu procesného a ekologického inžinierstva VUT FSI v Brne za výraznú pomoc pri tvorbe tejto bakalárskej práce a poskytnutie študijných materiálov.

Prehlásenie o pôvodnosti práce

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vrátane prílohy vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru a iné podklady.

V Brne 15.5.2008

.....

podpis

Obsah

1. ÚVOD	2
1.1 ALTERNATIVNÉ ZDROJE ENERGIE	2
2. BIOMASA	3
2.1 ČO JE TO BIOMASA	3
2.2 VZNIK BIOMASY	3
2.3 HLAVNÉ TYPY BIOMASY V ČR	4
2.4 VÝROBA TEPELNEJ ENERGIE Z BIOMASY	4
3. VLASTNÁ PRÁCA	7
3.1 ZAMERANIE PRÁCE	7
3.2 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O VYKUROVANÍ MESTA	7
3.3 BYSTRICKÁ TEPELNÁ S.R.O.	8
3.4 HISTÓRIA VZNIKU KOTOLNE	8
3.5 DODÁVATEĽSKÝ SYSTÉM	9
3.6 POPIS STAVBY	9
3.7 TEPLOVODNÉ KOTLE URBAS A ICH VYUŽITIE	10
3.7.1 Parametre kotlov	11
3.7.2 CZT v Bystřici nad Perštejnem	11
3.8 PREVÁDZKA KOTOLNE	13
3.9 PALIVO	14
3.9.1 Zdroje paliva	14
3.9.2 Technický popis technológie skladu paliva	15
3.10 EKOLÓGIA PREVÁDZKY	16
3.11 EKONOMIKA PREVÁDZKY	17
3.12 PLÁNY DO BUDÚCNOSTI	17
4. ZÁVER	18
5. LITERATÚRA	19

1. Úvod

1.1 Alternatívne zdroje energie

Energia a jej potreba, sprevádza ľudstvo už od počiatku jeho existencie. Postupom času sa zdroje energie menili a vyvíjali až do dnešnej podoby. Najskôr človek energiu získaval z dreva. Postupne sa začala využívať energia z fosílnych palív, tiež jadrová energia, ktoré sa v podstate používajú dodnes. S vývojom ľudstva sa rozvíja priemysel, a teda narastá spotreba energie. Zásoby fosílnych palív však nie sú nekonečné. To sa čím ďalej tým viac prejavuje zvyšovaním cien palív. Spotreba uhlia, ropy, zemného plynu a ďalších, sa nemalou mierou podieľa aj na zmene klimatických podmienok. Jedným z riešení je zavedenie úsporných technológií, u ktorých by bola spotreba energie ďaleko menšia. To ale nemení nič na tom, že fosílna palivá sa budú i naďalej spotrebúvať. Ich intenzívnym využívaním sa do ovzdušia produkuje skleníkový plyn oxid uhličitý (CO_2). Nárastom koncentrácie takzvaných skleníkových plynov, medzi ktoré okrem oxidu uhličitého patrí aj metán, či oxid dusný ale tiež freóny, vzniká skleníkový efekt. Ten je výsledkom toho, že spomínané plyny namiesto aby teplo, ktoré na Zemi vznikne, prepúšťali (vyžiarili) do vesmíru, odrážajú naspäť na Zem. Dôsledkom sú zmeny klimatizácie, globálne otepľovanie. Spálením 1 kg čierneho uhlia vzniká 2,56 kg CO_2 spálením 1 kg motorovej nafty sa uvoľní 3,12 kg CO_2 a spálením 1 m³ zemného plynu 2,75 kg CO_2 [1] Nutnosťou je hľadať nové možnosti zdrojov energie, ktoré by energiu z fosílnych palív nahradili. Jednou z možností je využiť energiu z obnoviteľných zdrojov, a to nielen ako prostriedok ku zníženiu zaťaženia životného prostredia. Medzi alternatívne zdroje, častejšie však nazývané ako obnoviteľné zdroje energie (OZE), patrí:

- *Energia vody*
- *Geotermálna energia*
- *Spaľovanie biomasy*
- *Energia vetra*
- *Energia slnečného žiarenia*
- *Využitie tepelných čerpadiel*
- *Energia prílivu a príboja oceánov*

Podrobnejšie informácie nájdete v literatúre [3].

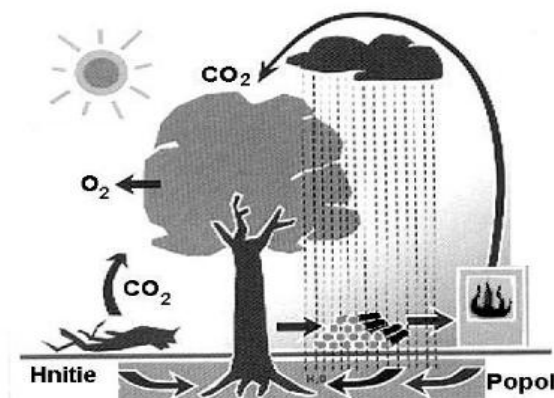
2. Biomasa

2.1 Čo je to biomasa

Táto práca sa zaoberá jedným z dôležitých prvkov OZE - biomasou. Pojem biomasa je čím ďalej tým častejšie preberaný nielen v Českej Republike, na Slovensku, ale i vo svete. Biomasa je teda biologicky rozložiteľná časť výrobkov, odpadkov a zostatkov z poľnohospodárstva, lesníctva a súvisiacich priemyslových odvetví. Ďalej sú to poľnohospodárske produkty pestované pre energetické účely a tiež biologicky rozložiteľná časť priemyslového a komunálneho odpadu. Biomasa v podobe rastlín je v podstate, chemicky zakonzervovaná slnečná energia. Má ako jeden najuniverzálnejších najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi, široké spektrum využitia. Hlavnou výhodou využitia biomasy v energetike je jej nevyčerpatelnosť ako zdroja energie, na rozdiel od fosílnych palív. Prispieva k obmedzeniu skleníkového efektu, poskytuje výživu, používa sa ako stavebný materiál, tiež sa z nej vyrába papier, lieky a rôzne chemikálie, jej intenzívna zeleň zlepšuje ekológiu okolitej krajiny. Biomasa je tiež výborným palivovým zdrojom, ktorý sa využíva už od objavenia ohňa. Má univerzálne využitie v energetike (či už na výrobu tepla, alebo elektriny). V tekutej forme je možné ju použiť na pohon motorových vozidiel. Výhodou biomasy oproti fosílnym palivám je, že pri spaľovaní biomasy sa uvoľní prakticky rovnaké množstvo oxidu uhličitého CO_2 ako je jeho spotreba pri fotosyntetických procesoch, ktoré vedú ku vzniku organickej hmoty.

2.2 Vznik biomasy

Rastliny potrebujú pre svoj rast oxid uhličitý CO_2 z ovzdušia a vodu zo zeme, ktoré vďaka fotosyntéze pretvárajú na uhľovodíky, tie sú stavebnými článkami biomasy. Hybnou silou fotosyntézy je slnečná energia, ktorá je v skutočnosti uskladnená v chemických väzbách tohto organického materiálu. Spaľovaním biomasy opätovne získame energiu, z chemických väzieb. Kyslík zo vzduchu sa potom spája s uhlíkom v rastline, pri tomto procese vzniká oxid uhličitý CO_2 a voda. Je to cyklicky uzatvorený proces, pretože vznikajúci oxid uhličitý CO_2 je vstupnou látkou potrebnou pre vznik novej biomasy. Náзорnejšie je tento cyklus zobrazený na obr. 2.3.



Obr.2.3: Kolobeh CO_2 v prírode [2]

2.3 Hlavné typy biomasy v ČR

Najlacnejším zdrojom biomasy je využívanie prírodných odpadov, predovšetkým drevný odpad z drevospracujúceho priemyslu a lesnej ťažby. Pri ktorej odpad činí zhruba 30% a pri následnom spracovaní dreva je to asi 25% odpadu. Tiež sa dá využiť vedľajší produkt poľnohospodárstva a to obilná, repková či kukuričná slama. Ďalej sú to v ČR zatiaľ pomaly presadzované rýchlo rastúce dreviny (topole, vrbý, jasene), ich pestovanie je neľahké v tom, že založenie plantáže je ekonomicky dosť náročné, a následný zber úrody vyžaduje špeciálne zariadenia, ktoré sú pre väčšinu producentov pomerne dosť drahé. Pestovanie rýchlo rastúcich drevín sa začína vyplácať cca za 25 rokov, pričom efektívne výnosy sa dajú dosiahnuť už po štyroch či piatich rokoch. Finančnú náročnosť však zvyšuje i revitalizácia pozemkov. Dalo by sa teda usúdiť že, rýchlo rastúce dreviny sú z ekonomického hľadiska omnoho menej výhodné než energeticky využiteľné byliny.

Energeticky využiteľné byliny delíme na:

- Jednoročné (hlavne laskavec, konope siate, slez krmny)
- Dvojočné (pupalka dvojročná, komonica biela)
- Viacročné a vytrvalé (mužák prerastený, jastrabina východná, topinambur, ranostaj pestrý, šťovík krmny)

Šťovík krmny je v súčasnosti najvyužívanejšou a tiež najpropagovanejšou plodinou. Má výhodu vo vysokých výnosoch, a je veľmi vhodný pre spaľovanie, pretože má vysokú teplotu tavitelnosti popola. Je to vytrvalá plodina ktorá môže na svojom stanovišti vydržať 15 až 20 rokov, čo je samozrejme veľkou výhodou z hľadiska fytoenergetiky. U tejto byliny boli meraním spáleného tepla stanovené hodnoty 17,5 až 18 MJ/kg suchej hmoty. Z energetického hľadiska je teda šťovík krmny perspektívnou rastlinou [1][4].

2.4 Výroba tepelnej energie z biomasy

Cieľom Európskej Únie (EU) je do roku 2010 získať 12% z energie OZE a v roku 2020 by to malo byť až 20% energie z OZE. Situácia je však taká že, v súčasnosti využitie biopalív v ČR predstavuje ročne cca 19,7 PJ a je zamerané hlavne na spaľovanie drevnej štiepky, odpadov z domácností, slamy a na výrobu a využívanie bionafty (tab. č. 1).

Biopalivo	Dostupný potenciál (TJ.rok ⁻¹)	Súčasný využitie biopalív (TJ.rok ⁻¹)	%
palivové drevo, drevný odpad	32800	16200	49,4
slama z obilnín	6050	39	0,6
slama z olejní	9800	170	1,7
energetické rastliny cieľovo pestované	12000	0	0
bionafta	9200	2300	25
bioplyn	7000	1000	14,2
<i>Celkom</i>	76850	19709	25,6

Tabuľka č.1: Dostupný potenciál a súčasný využitie biopalív v ČR [5]

Z hlediska metody výroby energie z biomasy dnes poznáme nasledujúce procesy:

- Spaľovanie
- Chemické premeny – suché procesy - pyrolýza
- splyňovanie
– mokré procesy - chemické
- biologické – kvasenie
– fermentácia

Spaľovanie

Najjednoduchšia metóda pre termickú premenu organických palív, za prístupu kyslíku, na tepelnú energiu. Je to proces rýchlej oxidácie, pri ktorom sa premieňa chemická energia viazaná v spaľovanom palive, na tepelnú energiu, táto sa potom využíva na vykurovanie a ohrievanie vody. Spaľovanie biomasy má výhodu v tom že, skoro vôbec nevyžaduje špeciálnu úpravu paliva. Tiež je prijateľná i vyššia vlhkosť vstupnej suroviny.

Pyrolýza

Je to proces založený na termickom rozpade organických materiálov bez prístupu oxidačných médií ako sú O_2 , CO_2 , či vodná para. Podľa teploty ktorej sa pri tomto procese dosahuje, rozdeľujeme pyrolýzy na nízкотеплотné (do $500^{\circ}C$), stredne teplotné (500 až $800^{\circ}C$) a vysokotepлотné (nad $800^{\circ}C$). Rýchla pyrolýza mení biomasu vo forme dreva a iných odpadných materiálov na produkty vyššej energetickej úrovne, ako sú plyny, kvapaliny a pevné látky. Jej hlavným energetickým produktom je bioolej, kvapalina s hustotou asi $1,2 \text{ kg/dm}^3$ a výhrevnosťou $16-19 \text{ kJ/kg}$. Bioolej sa dá pyrolýzou produkovať z akéhokoľvek biopaliva. Aby sa obmedzil obsah vody v biooleji, je potrebné biomasu predsušiť na vlhkosť nižšiu než 10% [6].

Splyňovanie

Je to proces nedokonalého horenia, ktorý prebieha pri obmedzenom prístupe vzduchu. Počas ktorého vznikajú horľavé plyny s vysokou energetickou hodnotou. Skladajú sa hlavne z metánu, oxidu uhoľnatého a vodíka. Z tohto vyrobeného plynu je možné ďalej vyrábať teplo či elektrinu. Jeho výhrevnosť sa pohybuje v rozmedzí 4 až 6 MJ/m^3 .

Kvasenie

Nazývané tiež ako anaeróbne vyhnívanie. Jeho produktom je bioplyn (podobne ako pri splyňovaní je to zmes metánu, oxidu uhličitého a malých množstiev ďalších prvkov). Tento proces prebieha bez prístupu vzduchu prostredníctvom baktérií vo fermentačných reaktoroch. Používa sa pre pohon kogeneračných jednotiek na výrobu tepla a elektriny. Jeho

produkcia je možná z exkrementov zvierat, z fytomasy (napríklad z trávy či siláže) a tiež z kalu na čističkách odpadových vôd.

Fermentácia

Fermentácia, teda alkoholové kvasenie, je proces pri ktorom sa sacharidy celou radou reakcií zmenia na etanol, respektíve metanol a oxid uhličitý. Vstupnou surovinou sú v tomto prípade rastliny s obsahom cukrov a škrobu, ako sú napríklad obilniny, cukrová repa, cukrová trstina, kukurica, ovocie, zemiaky. Dostávame vysokokvalitné palivo, ktoré sa hlavne využíva ako náhrada za benzín v spaľovacích motoroch [6][7].

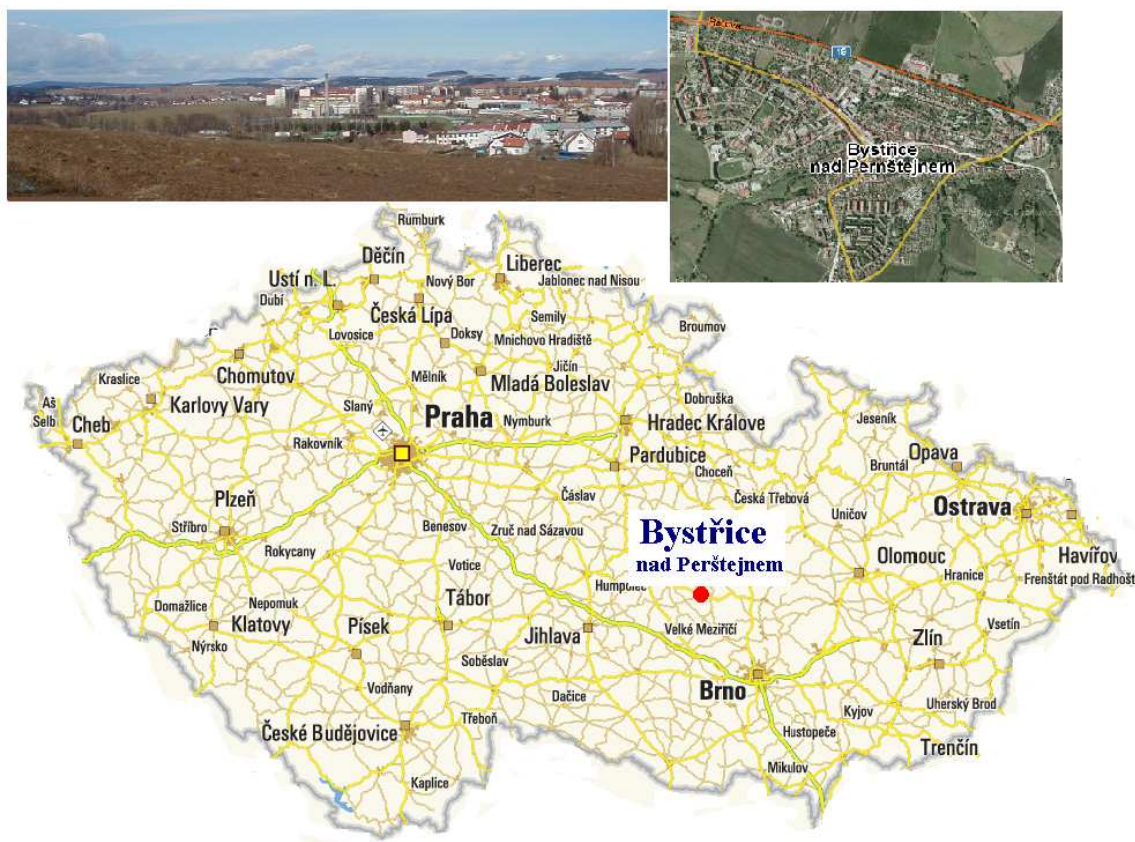
3. Vlastná práce

3.1 Zameranie práce

Súčasťou tejto bakalárskej práce je tiež vlastná práca, ukazujúca na prevádzku firmy Bystřická tepelná s.r.o., ktorá využíva biomasu na výrobu tepelnej energie. Okrem procesu spaľovania biomasy je v tejto práci popísané aj technologické vybavenie kotolne. Tiež snaha zhodnotiť ekologickú a ekonomickú prevádzku kotolne.

3.2 Základné informácie o vykurovaní mesta

Firma Bystřická tepelná s.r.o. pôsobí v meste Bystřice nad Perštejnem, ktoré leží v severovýchodnom cípe Českomoravskej vysočiny. Už pred rekonštrukciou malo mesto vybudovaný funkčný systém centrálného zásobovania teplom (CZT) z pôvodnej uhľovej kotolne. Avšak táto bola pre mesto poddimenzovaná a okrem toho že, parné tepelné rozvody vykazovali značné tepelné straty, vznikali tiež časté poruchy. Toto viedlo mesto k vybudovaniu nového ekologického zdroja. Palivom malo byť ekologické palivo, ktoré bude dostupné z blízkych lesov a poľnohospodárskej pôdy. Bola zvolená biomasa.



Obr.3.2: Mesto Bystřice nad Perštejnem [8][9]

3.3 Bystřická tepelná s.r.o.

Adresa: Bystřice nad Perštejnem, Hornická 746, 593 01 Bystřice nad Perštejnem

Telefón: 566552711, 603182814

E-mail: teplobystrice@seznam.cz.



Obr. 3.3: Pohľad na kotolňu z vonka [10]

3.4 História vzniku kotolne

V rokoch 1975 – 1977 bola vybudovaná uholná kotolňa, v ktorej bolo inštalovaných 6 kotlov na spaľovanie hnedého uhlia o celkovom výkone 13,6 MW. Jednalo sa o relatívne malé, kompaktné kotolné agregáty s posuvným roštom, ktoré zásobovali teplom a teplou vodou cez tisíc domácností. Táto kotolňa mala pri dodávke tepla 46 000 GJ/rok spotrebu 5000 t/rok hnedého uhlia a produkovala 30% škvary a popolčeka ako odpad. V roku 1996 dostalo mesto Bystřice nad Perštejnem túto kotolňu od s. p. Uranové doly do osobného vlastníctva. Kotolňa rovnako ako rozvody po meste však boli v nevyhovujúcom stave, prejavovalo sa to častými poruchami, tiež tepelnými stratami na rozvodoch (32 – 35%). Toto viedlo radných mesta v čele s pánom starostom Ing. Jozefom Novotným urobiť rozhodnutie čím ju nahradiť. Nechali si vypracovať koncepčnú správu celej problematiky zásobovania teplom. Z tejto mali na výber medzi dvoma alternatívami. A to buď ísť jednoduchšou a vyskúšanou cestou – uskutočniť rekonštrukciu kotolne na zemný plyn, alebo si zvoliť zložitejšiu a odvážnejšiu variantu kotolne na spaľovanie biomasy. Príprava na modernizáciu tohto zdroja trvala tri roky. A tak v roku 1999 vypísalo mesto Bystřice nad Perštejnem výberové riadenie na realizáciu projektu pod názvom „Náhrada uhlia spaľovaním biomasy v centrálnom zásobovaní teplom (CTZ) v Bystřici nad Perštejnem“. Tento projekt zahrňoval rekonštrukciu uhoľnej kotolne, tiež rekonštrukciu 36 domových výmenníkových staníc a vybudovanie novej skladovej haly na biomasu.

3.5 Dodávateľský systém

- ŽS Brno, a.s. závod energetické a ekologické staviteľstvo dnes pod názvom OHL ŽS, a.s. – generálny dodávateľ celej stavby
- EKOENGINEERING, a.s. Brno – dodávateľ technologickej časti
- TENZA, a.s. Brno – dodávateľ technológie potrubných rozvodov po meste a technológie výmenníkových staníc
- URBAS Maschinenfabrik, GmbH – výrobca a dodávateľ vlastných kotlových jednotiek na spaľovanie biomasy
- ITECO, s.r.o. Brno – dodávateľ automatického mostového žeriavu s drapákom a žeriavovej dráhy

3.6 Popis stavby

Jednalo sa o celkovú rekonštrukciu a modernizáciu starej uhoľnej kotolne ktorej, 6 ks parných kotlov Slatina na spaľovanie hnedého uhlia (s celkovým výkonom 13,6 MW) bolo nahradených dvoma novými, modernými teplovodnými kotlami na spaľovanie biomasy, a to o výkonu 2 x 4,5 MW.

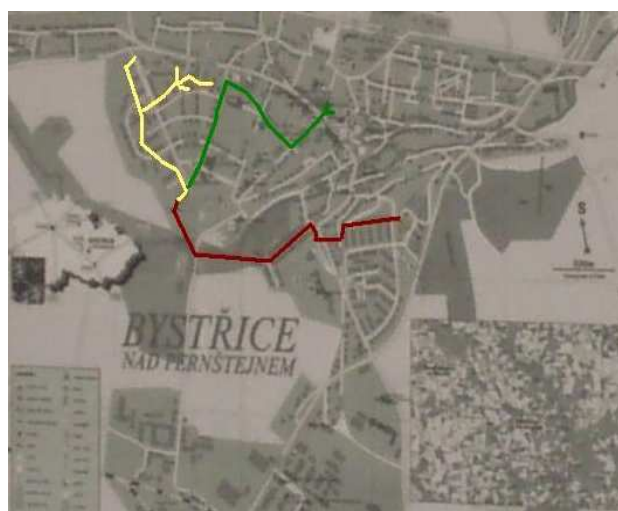
Súčasťou bolo tiež vybudovanie skladovej haly na biomasu, v ktorej bol osadený automatický mostový žeriav s drapákom. Ten okrem zásobovania kotlov palivom slúži na prepravu paliva s prijímacieho terminálu haly do vlastného skladu.

Ďalším krokom bola kompletná rekonštrukcia tepelnej siete rozvodov CZT. Rozvody tepla boli realizované ako bezkanálový rozvod z ocelového predizolovaného potrubia LOGSTOR – ROR s tepelnou vodivosťou $\lambda=0,03 \text{ W/mK}$ v dimenziách DN 200 – DN 20. Tepelná sieť rozvodov CZT mesta pozostávala z troch samostatných potrubných trás a to :

- Stred mesta
- Sídliisko II
- Sídliisko I

Celková dĺžka potrubí je cca 8000 m s objemom vody v sústave (3 vetvy + 2 kotly) 150 m³. K vyrovnávaniu špičiek pri odberových maximách bol do tepelnej siete CTZ zaradený akumulátor tepla o celkovom objeme 350 m³ vody.

Ďalej sa rekonštruovalo a modernizovalo 36 domových výmenníkových staníc, ktoré boli osadené doskovými výmenníkmi tepla od fínskeho výrobcu LPM-GROUP [12].



Obr.3.6: Trasy teplovodov 1 etapy

3.7 Teplovodné kotle URBAS a ich využitie

Zdrojom tepla a teplej vody sú dva paralelne zapojené roštové teplovodné kotle na spaľovanie biomasy. Tieto sú umiestnené zrkadlovo. Obidve kotlové jednotky sú riadené automatom ovládaným z počítača, vrátane zobrazovania a archivácie prevádzky. V oboch kotloch je spaľovací vzduch rozdelený na tri pásma, pričom každé má svoj vlastný ventilátor, ako je možné vidieť na obr. 3.7.1. Jedná sa o pásma primárneho, sekundárneho a terciálneho spaľovacieho vzduchu. Primárny ventilátor môže do kotla vháňať už predhriaty vzduch, preto nie je problém so spaľovaním či už mokrej, alebo surovej štiepky (drevnú štiepku nie je potreba pred spaľovaním upravovať). V pásme primárneho vzduchu je do kotla privádzaný vzduch troma vzduchovými ventilátormi popod roštmi. Každý ventilátor má plynulú reguláciu otáčok v závislosti na požadovanom výkone kotlov. V kotloch dochádza teda k dokonalému spaľovaniu, kde je vlastne spaľovací proces riadený podľa obsahu kyslíka v spalínach a druhu paliva tak, aby bola veľmi vysoká účinnosť spaľovania (min. 89,9 %) a čo najmenší obsah nežiaducich látok v spalínach.



Obr. 3.7.1: schéma kotla

Palivo je do kotlov dopravované pomocou hydraulických podávačov z prevádzkových zásobníkov, ktoré sú umiestnené v miestnosti priamo za kotlami (obr. 3.7.2.). Tento hydraulický podávač má na vrchu zabudovaný prítlačný lis, ktorý slúži k zamedzeniu plávania paliva, ktoré obsahuje repkovú slamu. Spaliny zo spaľovacej komory prúdia cez trubky, ktoré ohrievajú vodu, ďalej cez teplosmennú plochu ohrievača vzduchu, cez dymovody do multicyklónov a potom cez dymové ventilátory do komína. Popolček ktorý zostáva zachytený v multicyklónoch aj so škvarou je odvádzaný z roštov a dopravníkmi je dopravovaný nad zakrytý kontajner (obr. 3.7.3.), kde sa triedi na jemný popolček (ten je uložený v kontajnery) a hrubú frakciu (tá je vynášaná do ocelevej bedne).



Obr. 3.7.2: Hydraulický podávač



Obr. 3.7.3: Dopravník popola

3.7.1 Parametre kotlov

- Typ kotla – 2 teplovodné kotle UR-RZ-R/F 4500s
- Rok uvedenia do prevádzky – 2001
- Výkon jedného kotla – 4,5 MW
- Celkový inštalovaný výkon – 9 MW
- Teplotný spád určený výrobcom – 110/85 °C
- Tlak vody – 0,7 MPa
- Objem vody v jednom kotli – 13,2 m³
- Projektovaná ročná dodávka tepla – 50 000 GJ
- Ročná spotreba paliva – 4 000 až 8 000 t paliva (podľa skladby biomasy)
- Produkcia popola ako odpadu – 1 až 5 % zo spotrebovaného paliva [12]



Obr. 3.8: pohľad na oba kotle spredu a pravej strany

3.7.2 CZT v Bystřici nad Perštejnem

Kotolňa zásobuje teplom a teplou vodou tri časti mesta Bystřice nad Perštejnem a to iba byty stredu mesta, sídliska I a sídliska II. Okrem bytov dodáva teplo i do nebytových objektov ako sú reštaurácia na sídlisku II, samoobsluha, kultúrny dom, Odborné učilište pod kultúrnym domom, mestský úrad, zvláštnu školu, tržnicu, športovú halu a tiež vonkajšie kúpalisko s vyhrievanou vodou. Vratné potrubia z jednotlivých častí mesta sú pripojené do kolektorov vratnej vody na vstupe do kotolne. Z tohto zberného kolektoru je vratná sieťová voda vedená do sacieho kolektoru čerpadiel. Nainštalované sú tri obehové čerpadla (obr.3.9.1). Výkon každého čerpadla je 50 l/s. Pre umožnenie plynulej regulácie prietoku sú motory dvoch obehových čerpadiel vybavené frekvenčnými meničmi. V prevádzke sú zapojené súbežne dve čerpadlá, pričom tretie čerpadlo je záložné. Ich výkon určuje rozdiel tlakov na najvzdialenejšej odberovej stanici, kde je garantovaný minimálny pretlak 1 bar.

Do výkonu 50 l/s pracuje len jedno čerpadlo s frekvenčným meničom. Pre výkony väčšie ako 50 l/s pracujú súčasne čerpadla dve, pričom na trvale plný výkon ide čerpadlo bez frekvenčného meniča a druhé čerpadlo pomocou frekvenčného meniča doreguluje výkon na žiadanú hodnotu.

Z obehových čerpadiel je sieťová voda vedená cez kolektor výtlaku a potom cez regulačné ventily do jednotlivých kotlov. Z nich je horúca voda vedená do kolektoru výstupnej vody, odtiaľ do výstupných potrubí jednotlivých častí mesta. Aby boli dodržané požadované teploty obehovej vody na vstupe do teplofikačnej siete a tiež predpísané teploty na vstupe a výstupe z kotlov, je možné s pomocou obtokov a systému armatúr prevádzať miešanie ochladenej vody s horúcou výstupnou vodou.

Pre kotly:

- Vstupná teplota obehovej vody je 85 °C
- Výstupná teplota obehovej vody je 90 – 110 °C

Pre teplofikačnú sieť

- V zime
 - Výstupná teplota obehovej vody je 110 °C
 - Teplota vratnej obehovej vody je 70 °C
- V lete
 - Výstupná teplota obehovej vody je 75 – 90 °C
 - Teplota vratnej obehovej vody je 30 – 40 °C

V kotolni je hlavne v letnom období využívaná akumulčná nádrž (obr. 3.9.2). Táto slúži pre akumuláciu prebytočného tepla, buď pre nabíjanie, alebo pre vybíjanie. V podstate je používaná pre prechodné zvýšenie výkonu kotolne. Tiež je pomocou nej možné prechodne regulovať teplotu obehovej vody. Je to stojatá valcová beztlaková nádoba s priemerom 7 m, výškou približne 9,6 m, vo vnútri je pogumovaná. Hladina je spojená s atmosférou. Jej pracovný objem je približne 370 m³ a je schopná pojať až 60 GJ tepelnej energie (v závislosti na vstupnej a výstupnej teplote sieťovej vody). S potrubím kotolne je prepojená cez doskový výmenník tepla. Cirkuláciu vody v jej okolí zabezpečujú dve čerpadla s frekvenčnými meničmi, pričom jedno pracuje pri nabíjaní a druhé pri vybíjaní. V akumulčnej nádobe je dodržované rozhranie medzi studenou a horúcou vodou, jej stavbou vo vnútri.



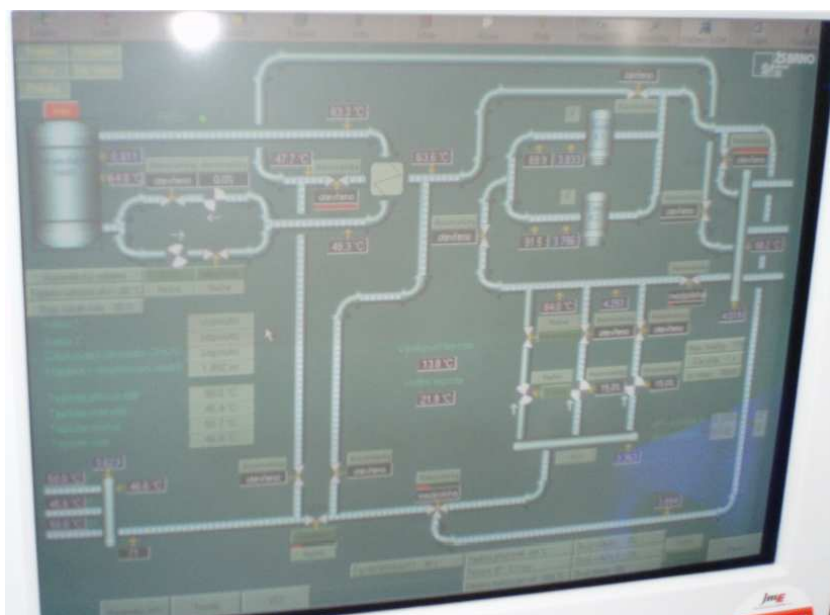
Obr. 3.9.1: Čerpadlá



Obr. 3.9.2: Akumulačná nádrž

Kotelňa je ďalej vybavená dvoma stanicami úpravy vody o celkovom výkone približne $0,60 \text{ m}^3/\text{h}$. A to z dôvodu, že spôsob akým sú zapojené jednotlivé odberateľské stanice v tepofikačnej sieti spôsobuje pomerne veľký úbytok vody. Voda je chemicky upravovaná (pridávaním chemikálií pre zmäkčenie vody a pre viazanie kyslíku rozpusteného vo vode).

Systém je tiež vybavený vyrovnávacím a doplňovacím zariadením, ktoré odčerpávaním a pričerpávaním vody do siete udržiava v nej potrebnú hodnotu tlaku, aby nedošlo k odpareniu vody vo vyššie položených častiach siete, alebo k poškodeniu potrubí nedovoleným pretlakom. V celom systéme sú použité tri zásobovacie nádoby na upravenú vodu. Jedna pôvodná, repasovaná o objeme zhruba $9\,000 \text{ l}$ a dve nové beztlakové, každá o objeme $5\,000 \text{ l}$. Celý tento proces je názorne ukázaný na obrázku 3.9.3 z riadiaceho počítača.



Obr.3.9.3: Proces kolobehu vody

3.8 Prevádzka kotolne

Obsluha kotolne je plne automatizovaná. Všetky cykly, prevádzkové režimy obidvoch kotlov, dodávanie paliva zo skladu, rozvodná sústava, ale i domové výmenníkové stanice sú riadené počítačom, ktorý ovláda patrične vyškolený pracovník. Žeriav pracuje v takzvanom automatickom režime. Keď sa však vyskytne nejaký problém, má pracovník možnosť vypnúť automatiku a prejsť na manuálne riešenie problému, a to diaľkovým ovládaním pomocou prenosného ovládača. Počítač všetky procesy archivuje a vyhodnocuje do grafov, pri nejakom probléme je nastavený tak, že automaticky spustí alarm, a tiež zasiela SMS na mobily zamestnancov (záleží však na druhu poruchy).

3.9 Palivo

3.9.1 Zdroje paliva

Zdrojom paliva pre kotolňu je biomasa v zložení:

- Hlavné kôra z piliarskych prevádzok z manipulačných skladov - až 100 % objemu paliva, a vlhkosti do 50% celkovej hmotnosti
- Ďalej odpady z piliarskych prevádzok (piliny, štiepka) - až do 100 % objemu paliva, vlhkosť sa pohybuje v rozmedzí 30 až 50 % celkovej hmotnosti
- Potom tiež repková slama a energetické plodiny ako prímes do jedného z vyššie uvedených palív, a to maximálne do 40 % hmotnosti paliva

Drevnú štiepku má kotolňa zmluvne zaistenú od niekoľkých zdrojov, prevažne píl a drevárskych závodov. Tiež od rôznych dopravcov, samozrejme za najpriateľnejšiu cenu. Nové ponuky stále pribúdajú. Naskytuje sa však otázka ekonomickej rozvahy, pri akých nákladoch na dopravu sa to ešte vyplatí. Tento rok majú v pláne otestovať rýchlorastúce dreviny, ktoré by sa teraz prvý krát po siedmich rokoch mali káľať. Ich pestovanie je zatiaľ v počiatočnom štádiu (momentálne na ploche približne 3,5 ha). V objekte spaľovne sa nachádza aj štiepkovač, ten je však vo vlastníctve technických služieb mesta Bystřice nad Perštejnem. Takže je v celku bežné to, že si občania drevo naštiepkujú a potom predávajú kotolni. Drevná štiepka je do kotolne dovážaná napríklad v kontajneroch, jak je vidieť na obr.3.9.1. Najväčšie z nich pojmu až 90 m³ paliva.



Obr.3.9.1: Kontajner dovezenej drevnej štiepky

3.9.2 Technický popis technológie skladu paliva

Jedným z dôvodov prečo musela byť postavená nová hala skladu je okrem jeho potreby niekde skladovať palivo, i okolie kotolne, ktorá sa nachádza v bezprostrednej blízkosti sídliska. Tento sklad musel byť navrhnutý tak, aby hlučnosť a prašnosť pri jeho prevádzke bola minimálna vzhľadom k prostrediu (obr. 3.9.2.1).



Obr.3.9.2.2: Brány príjazdového terminálu



Obr.3.9.2.1: Pohľad na sklad z príjazdovej cesty

Hala skladu paliva je realizovaná ako železobetónový skelet z panelových dielcov s drevenou strechou. Rozmery haly sú: 52,6 x 24,5 m, výška haly 13,7 m, výška oporných stien 6,5 m.

Plocha haly skladu je rozdelená na tri časti:

- Príjazdový terminál (10,3 x 24,5 m) – slúži na prijímanie paliva od dodávateľov (obr. 3.9.2.2)
- Vlastný sklad paliva (s plochou cca 830 m²) – objem skladu pri maximálnej výške paliva 6,5 m je cca 5 400 m³
- Prevádzkové zásobníky paliva kotlov (pre kotol č. 1 je maximálny objem zásobníku cca 100 m³ a pre kotol č. 2 je to cca 55 m³)

Obr.3.9.2.3: Mostový žeriav



Plný sklad paliva postačí na tri týždne prevádzky pri maximálnom výkone obidvoch kotlov. Jeden kotol spotrebuje približne 2,05 t/hod. paliva.

V sklade paliva je inštalovaný automatický mostový žeriav (obr.3.9.2.3), ktorý je vybavený hydraulickým drapákom o objeme 2 m³. Ďalej je vybavený konzolovou mačkou osadenou lanovým kladkostrojom s dvojrýchlostným zdvihom (16/2,6 m/min).

Uvedené zariadenie zabezpečuje prepravu navezenej biomasy z prijímacieho terminálu do samotného skladu a následné plnenie zásobníkov kotlov. Prevádzka tohto žeriavu je automatická, pričom je palivo zo skladu odoberané v istej časovej postupnosti. V prípade potreby je možné prejsť z automatického ovládania pomocou diaľkového ovládača na ručný režim. Pri nepretržitej prevádzke so špičkovým výkonom v zimných mesiacoch sa predpokladá preprava až 16 m³/hod. paliva.

Sklad paliva je monitorovaný niekoľkými kamerami, pomocou ktorých je možné sledovať aktuálnu polohu a činnosť tohto žeriavu, rovnako ako celého skladu, z riadiaceho centra. Počítačom je tiež monitorovaná teplota biomasy v sklade (obr.3.9.2.4), predchádza sa tým jej zapareniu a následnému vzniku požiaru. Tá je optimálne nastavená na 20 °C, pri teplote vyššej ako 30 °C počítač okamžite nahlási poplach.

Kotolňa ďalej disponuje skladovacími priestormi vzdialenými približne 6 km (bývalé prístrešky skladov ľanu). Tu sa ukladá kvalitná štiepka, ktorá sa nekazí, a teda dlhšie vydrží. Je to dalo by sa povedať železná zásoba na horšie časy (12 000 m³). Hlavne v zime kedy je nie raz kvôli počasiu veľmi ťažké palivo zohnať.



Obr.3.9.2.4: Sklad z počítača riadiaceho centra

3.10 Ekológia prevádzky

Kotolňa na biomasu nahradila 4 uhoľné a jednu mazutovú kotolňu. Tým výrazne prispela k zlepšeniu životného prostredia v meste. Ďalej prispieva na úpravu parkov a to tým že mestu dodáva kompost, ktorý sama spracováva. Tiež prispela k zníženiu spotreby plynu, keď úplne vytlačila plynovú kotolňu. Plyn používa iba jeden krát do roka a to pri meraní emisií, ktoré sú vzhľadom k životnému prostrediu minimálne. Tiež produkcia odpadov je minimálna (z 200m³ spáleného paliva za deň vyprodukuje len 3 m³ popolčeka, ktorý sa čiastočne skladuje na skládkach a čiastočne upravuje na hnojivo). A ako palivo používa obnoviteľný zdroj energie, bez negatívnych účinkov na ekologickú rovnováhu.

3.11 Ekonomika prevádzky

Celá stavba vrátane rozvodov vyšla na 134 mil. Kč. (75 mil. poryli bezúročné dotácie, 47 mil. pôžička a ostatných 12 mil. Kč z vlastných zdrojov mesta). V roku 2001 rakúska strana uhradila ešte 3 mil. Kč za inžiniersku činnosť, a za 14 mil. Kč boli predané emisie CO₂. Dotácia by mala byť splatená v roku 2011. [12]

Spoločnosť Bystřická tepelná s.r.o. má kotolňu prenajatú od mesta, ktoré je jej 100 % vlastníkom a platí mu riadny nájom (ročne je to 7 mil. Kč). Je to samostatne zisková firma. Väčšinu peňazí ktoré získava prevádzkou investuje do rozširovania teplofikačnej siete, a to pripojovaním nových objektov.

Momentálne vykuruje približne cez 1700 bytov, školy, úrady, športový areál, atď.. Jej slabinou je však prevádzka v lete, kedy je odber tepla pomerne menší než v zime. A teda bez dotácií sa letná prevádzka nevypláca.

3.12 Plány do budúcnosti

Uvažuje sa o stavbe nových skladovacích priestorov v blízkosti kotolne. Tiež je v pláne postupne pripájať domy v súkromnom vlastníctve.

Do budúcnosti by tiež chceli zaistiť surovinu pre drevnú štiepku na vlastných plantážach pre rýchlorastúce dreviny. Čo by zabezpečilo nezávislosť na možných zmenách na trhu s biomasou a tiež pracovné miesta pre mesto.

Súčasne sa chcú zbaviť starej uhoľnej kotolne na sídlisku I. plynové kotle, ktoré slúžia ako záložné pre sídlisko I, by radi previedli do biomasovej kotolne, kde by boli využité ako záložný zdroj ale pre obidve sídliska. Budovu starej kotolne by potom mohli predať. Obe kotolne sú v súčasnosti prepojené. Zástupcovia mesta chcú tým docieľiť čo najpriateľnejšiu cenu tepla pre obyvateľstvo.

Uvažujú tiež o možnosti výroby elektrickej energie, na ktorú by mohli získať nejaké dotácie od štátu.

4. Závěr

Vláda ČR se snaží o to, aby prestali ľudia znečisťovať ovzdušie používaním hlavne fosílnych palív, ktorých sa zásoby pomaly ale isto zmenšujú a nahradili ho ekologickejšími palivami – napríklad biomasou, alebo zemným plynom. V budúcnosti sa teda dá očakávať prudký nárast cien fosílnych palív ale zároveň väčší záujem o využívanie biomasy pre energetické účely. Biomasa napriek svojim kladným vlastnostiam však nebude schopná z väčšej časti nahradiť fosílnu palivá, ropu či zemný plyn. Situácia je dnes v ČR taká, že ceny tohto paliva rastú pomerne rýchlo. Dokonca ceny brikiet sú vyššie než ceny uhlia, ich odber od výrobcov pomaly klesá. A nemalé množstvo výrobcov krachuje. Podľa mňa sa situácia zlepší až vtedy keď sa bude s biomasou zachádzať efektívnejšie a ľudia si uvedomia jej potenciál.

Biomasu si ako najvýhodnejšie palivo pre kotolňu zvolili aj radný mesta Bystřice nad Perštejnem. Síce boli investície do rekonštrukcie starej uhoľnej kotolne dosť vysoké, sú zo svojim rozhodnutím spokojný. Investície sa im vrátili v pomerne krátkom období. A okrem zisku si pomohli aj po stránke ekologickej. Tým že sa postupne zbavovali uhoľných kotolní sa zlepšila kvalita ovzdušia. V meste klesla aj spotreba zemného plynu, ktorý je spaľovňou využívaný maximálne jeden krát do roka, a to pri meraní emisií. I keď kotolňa po stránke ekonomickej vykazuje vysokú produktivitu, snažia sa predvídať dopredu, čo sa týka hlavne zmien na trhu s palivami a energiou. Zvažujú preto možnosti výroby elektrickej energie, ale tiež možnosti získania dotácií na prevádzku kotolne.

5. Literatura

- [1] Pařízek T., Bedár L., Lisý M., Pavlas M., Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR, výzkumná zpráva, ÚPEI VUT Brno, 2006
- [2] <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html>
- [3] <http://www.alternativni-zdroje.cz/>
- [4] http://www.seas.sk/_cms/_files/747/t070901.htm
- [5] VÁŇA, Jaroslav: Využití energie z biomasy. *Biom.cz* [online]. 2001-11-20 [cit. 2008-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=48545>>. ISSN: 1801-2655.
- [6] <http://cs.wikipedia.org>
- [7] <http://www.intechenergo.sk/index1.php?l=1&index0=Energetick%C3%A1%20efekt%C3%ADvnos%C5%A5&p=16&index1=Biomasa>
- [8] <http://amapy.atlas.cz>
- [9] <http://www.mapy.cz/#x=138936320@y=132743168@z=8@mm=FP>
- [10] http://www.ekoe.cz/ref_bystrice.html
- [11] <http://www.tzb-info.cz/t.py?i=793&t=2>
- [12] Osobná návštěva 18.4.2008